[0012]

[Embodiments]

Referring to drawings, embodiments of the present invention will be described below.

First Embodiment: FIGS. 1(a) to 1(d) and FIG. 2 illustrate an embodiment of the present invention corresponding to Claims 1 and 2. The manufacturing method for a diaphragm will be described below in the order of process steps, referring to FIGS. 1(a) to 1(d).

[0013]

In a first etching process, a thick metal flat plate (thickness: 0.3 mm or so) illustrated in FIG. 1(a) is used as a base material 8, and one side (upper face) of the base material 8 is fabricated to have a groove by half etching. Further, a ring-shaped peripheral cut groove 9 whose pattern corresponds to the contour of the diaphragm is formed. A circular concavity 10 located in the center, and ring-shaped grooves 11 concentrically arranged are also formed as illustrated in FIG. 1(b). Several connection portions 9a are disposed on the cut groove 9. In a subsequent second etching process, as illustrated in FIG. 1(c), the underside (lower face) of the base material 8 is fabricated by half etching, so that ring-shaped grooves 12, which are shifted from the grooves 11 by a half pitch and concentrically arranged, are formed. Last, the connection portions 9a are cut off, and the corrugated diaphragm illustrated in FIG. 1(d) is accomplished. In FIG. 1(d), No. 13 refers to a central flat portion opposed to the fixed electrode 4 described in FIG. 5. No. 14 refers to the corrugated portion of the diaphragm. No. 15 refers to a peripheral joining portion. Each thickness of the central flat portion 13 and the corrugated portion 14 is set to 30 μm or so. The bonding portion 15 is not etched so that the bonding portion 15 has the thickness of the base material 8 (0.3mm or so). FIG. 2 is a plan view of the accomplished corrugated diaphragm. In this drawing, the corrugated portion 14 has two corrugations. However, the number of corrugations is not limited to that in this embodiment and may be determined as appropriate so that a desired pressure/displacement characteristics will be obtain in connection with the thickness of the diaphragm.

[0014]

The corrugated diaphragm manufactured as mentioned above is placed in the metal case of the pressure sensor and the peripheral bonding portion 15 is bonded with the case by welding as shown in FIG. 5. More than one diaphragm may be simultaneously manufactured from one base material 8.

Second Embodiment: FIGS. 3(a) to 3(c) illustrate an embodiment of the present invention corresponding to Claims 3 and 4, and show the manufacturing process steps for a diaphragm in the order of FIG. 3(a) to FIG. 3(c). As illustrated in FIG. 3(a), a holder 16 (the holder 16 is equivalent to the upper case 1 in FIG. 5, and has a pressure leading hole 16a formed in the center thereof.) is made of metal, and functions as the case of the pressure sensor. A ring-shaped projection (projection) 16b is preliminarily bonded with the rim of the diaphragm. A ring-shaped molding groove 16c functions as a mold for press-molding the corrugated portion of the diaphragm. The projection 16b and the groove 16c are formed by forging or the like. A disk-shaped sheet of thin metal foil 17 (thickness is 30μm or so) which forms the diaphragm is placed on the ring-shaped projection 16a formed on the holder 16 in the first process step. A welding electrode 18 is applied to the metal foil 17, and current from a welding source 19 is applied to the welding electrode so that the peripheral portion of the metal foil 17 and the ring-shaped projection 16b are resistant-welded with all round welding. Next, in the second process step illustrated in FIG. 3(b), the metal foil 17 is pressed from the upward of the metal foil 17 by a ring-shaped punch 20 whose shape is matched with the shape of the molding groove 16c so as to form the corrugated portion 17a of the diaphragm on the surface of the metal foil 17. Subsequently, in the third process step illustrated in FIG. 3(c), a stopper plate 21 is placed on the holder 16. At this time, high-pressure air or nitrogen gas is introduced through the pressure leading hole 16a in the holder 16 to apply gas pressure to the underside of the metal foil 17 (the underside being opposite to a press direction). Thus, distortion and residual stress produced in the metal foil 17 during the press process is removed. At this time, the stopper 21 functions as a protecting member, which prevents excessive deformation in the metal foil 17 arising from the application of gas pressure.

使用後返却願います

②

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平8－159900

(43)公開日　平成８年(1996)６月21日

(51)Int.Cl.^{6}	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｇ０１Ｌ　9/12				
Ｂ２１Ｄ　53/00	Ｚ			
Ｇ０１Ｌ　7/00	Ｒ			

審査請求　未請求　請求項の数５　ＯＬ　（全　６　頁）

(21)出願番号　特願平6－300467

(22)出願日　平成６年(1994)12月５日

(71)出願人　000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号

(72)発明者　仲村　秀世
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号
富士電機株式会社内

(72)発明者　福山　基樹
神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号
富士電機株式会社内

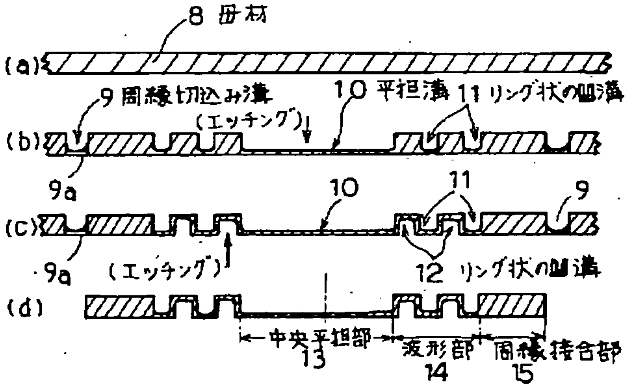
(74)代理人　弁理士　山口　巖

(54)【発明の名称】　圧力センサ用感圧ダイアフラムの製造方法

(57)【要約】

【目的】圧力センサのケースへ組み込んだ状態での歪，残留応力の影響が少なく、かつ高い平坦度が確保でき、しかも組立時の取扱いも容易である信頼性の高い圧力センサ用感圧ダイアフラムの製造方法を提供する。

【構成】厚肉の金属平板を母材８として、該母材の両面からダイアフラムの輪郭に対応するパターンでハーフエッチングによる溝加工を施し、圧力センサのケースに溶接接合する周縁接合部１５を母材の板厚のまま残して、その内周面域に薄肉の中央平坦部１３，および同心円状に凹凸面が並ぶ波形部１４を形成して波形ダイアフラムを製作する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】圧力センサに組み込んで用いる断面波形の感圧ダイアフラムの製造方法であって、厚肉の金属平板を母材として該母材の両面にダイアフラムの輪郭と対応するパターンのエッチング溝加工を施し、ダイアフラムの外周接合部を母材の板厚のまま残してその内周面域に薄肉の中央平坦部，および同心円状に凹凸面が並ぶ波形部を形成したことを特徴とする圧力センサ用感圧ダイアフラムの製造方法。

【請求項２】請求項１記載の製造方法において、第１のエッチング工程で母材の片面に同心円状に並ぶリング状の凹溝を加工し、第２のエッチング工程では母材の反対側面に第１のエッチング工程で形成した凹溝と半ピッチずらして同心円状に並ぶリング状の凹溝を加工して波形部を形成することを特徴とする圧力センサ用感圧ダイアフラムの製造方法。

【請求項３】圧力センサに用いる断面波形の感圧ダイアフラムの製造方法であって、平坦な円板状金属箔を圧力センサケースである金属製のダイアフラム固定板の上に載置し、かつ該固定板に形成したリング状突起と金属箔の周縁との間を溶接接合し、この状態で金属箔にダイアフラム波形部をプレス加工により成形した後、プレス加工と逆方向からガス加圧して金属箔の残留応力を除去することを特徴とする圧力センサ用感圧ダイアフラムの製造方法。

【請求項４】請求項３記載の製造方法において、固定板自身をプレス金型として金属箔にダイアフラム波形部をプレス成形することを特徴とする圧力センサ用感圧ダイアフラムの製造方法。

【請求項５】請求項３記載の製造方法において、固定板に専用のプレス金型を組合わせて金属箔にダイアフラム波形部をプレス成形することを特徴とする圧力センサの感圧ダイアフラムの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば都市ガスの漏れ検出などに適用する微圧検出用圧力センサに組み込んだ感圧ダイアフラム、特に容量形圧力センサ用のダイアフラムとして好適な波形ダイアフラムの製造方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】頭記の微圧検出用圧力センサとして、図５に示すような容量形圧力センサが、特願平５－１０９６８６号として本発明と同一出願人より提案されている。図において、１は感圧ダイアフラム２の固定板を兼ねた金属製の上部ケース、３はプリント配線板基板を兼ねた絶縁物製の下部ケース、４はダイアフラム２に対向して下部ケース３に設けた固定電極、５は接続電極、６は電子回路部品、７は外部導出端子であり、上部ケース１には被測定圧の導圧孔１ａ，下部ケース３には大気圧の導圧孔３ａが開口している。また、ダイアフラム２はその周縁が上部ケース１の段部１ｂへ気密に溶接接合されている。なお、かかる容量形圧力センサの圧力検知動作は周知でありここではその説明を省略する。

【０００３】一方、図５に示した圧力センサでは、ダイアフラム２として平形ダイアフラムを採用しているが、平形ダイアフラムの代わりに波形ダイアフラムを採用したものもある。この波形ダイアフラムは、板面中央部に図５に示した固定電極４と対向する平坦部が形成され、該中央平坦部と上部ケース３に溶接接合される周縁部との間の板面領域に断面が波形を呈するよう同心円状に並ぶリング状の凹凸面が形成されたものであり、平形ダイアフラムに比べて溶接接合による熱歪，残留応力の影響が小さく、かつダイアフラムの重要特性である圧力／変位特性に優れていることから、この波形ダイアフラムが多く採用されている。

【０００４】また、前記の波形ダイアフラムを製作する場合に、従来の製造方法では肉厚の薄い円板状の金属箔をプレス加工して波形部を形成した後、ダイアフラムを焼鈍してプレス加工の際に生じた残留応力を除去するようにしており、このようにして製作したダイアフラムは圧力センサの組立工程で図５に示した金属製の上部ケースに溶接接合される。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記方法で製作した波形ダイアフラムを採用して組立てた容量形圧力センサは出力特性，および組立性の面で次記のような問題がある。

１）プレス加工，焼鈍工程を経て製作された波形ダイアフラムを、圧力センサのケースへ組み込むために、ダイアフラムの周縁をケースに溶接接合すると、この溶接に伴ってダイアフラム自身に機械的，熱的な歪が新たに生じる。しかも、この場合に歪の影響がダイアフラムの中央平坦部に集中してその平坦度を乱すため、特に容量形圧力センサでは歪が原因で圧力センサの出力特性にバラツキが生じ易くなる。

【０００６】２）さらに、微圧検出用のダイアフラムはその肉厚が極めて薄い（例えば肉厚３０μｍ程度）ために僅かな衝撃が加わっても簡単に変形して新たな歪が生じることから、圧力センサへの組み込みの際のハンドリングには細心の注意を払う必要があるなど部品の取扱い管理が面倒である。本発明は上記の点にかんがみなされたものであり、その目的は前記課題を解決し、圧力センサのケースへ組み込んだ状態での歪，残留応力の影響が少なく、かつ高い平坦度が確保でき、しかも組立時の取扱いも容易である信頼性の高い圧力センサ用感圧ダイアフラムの製造方法を提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明により次記のような製造方法で達成することかできる。

（１）第１の発明：厚肉の金属平板を母材として該母材の両面にダイアフラムの輪郭と対応するパターンのエッチング溝加工を施し、ダイアフラムの外周接合部を母材の板厚のまま残して、その内周面域に薄肉の中央平坦部，および同心円状に凹凸面が並ぶ波形部を形成するものとし、具体的には、第１のエッチング工程で母材の片面に同心円状に並ぶリング状の凹溝を加工し、第２のエッチング工程では母材の反対側面に第１のエッチング工程で形成した凹溝と半ピッチずらして同心円状に並ぶリング状の凹溝を加工して波形部を形成するものとする。

【０００８】（２）第２の発明：平坦な円板状金属箔を圧力センサケースである金属製のダイアフラム固定板の上に載置し、かつ該固定板に形成したリング状突起と金属箔の周縁との間を溶接接合し、この状態で金属箔にダイアフラム波形部をプレス加工により成形した後、プレス加工と逆方向からガス加圧して金属箔の残留応力を除去する。

【０００９】また、前記におけるダイアフラム波形部のプレス形成法としては、固定板自身をプレス金型として金属箔にダイアフラム波形部をプレス成形する方法、あるいは固定板に専用のプレス金型を組合わせて金属箔にダイアフラム波形部をプレス成形する方法がある。

【００１０】

【作用】前記第１の発明によれば、厚肉な平板状の母材に対して、ダイアフラムの外周接合部を厚肉のまま残し、その内周面域に薄肉の中央平坦部，および波形部をエッチング溝加工で形成したことにより、プレス加工法で見られるような歪の発生するおそれがなく、かつ感圧部として機能するダイアフラムの中央平坦部で高い平坦度が確保できる。一方、ダイアフラムの外周接合部は厚肉で剛性，熱容量が大きく、したがって圧力センサへの組み込みに際してダイアフラムの周縁をケースに溶接接合しても、熱歪，残留応力の影響が波形部，中央平坦部の感圧部分に殆ど作用せず、かつ外周縁部は厚肉で機械的強度が高いのでダイアフラムのハンドリングが行い易くなる。

【００１１】また、第２の発明では、圧力センサのケース一部であるダイアフラム固定板に波形ダイアフラムとなる平板状の金属箔をその外周縁全域に沿って溶接接合した後、この状態で金属箔にプレス加工を施して波形部を形成することにより、溶接の際に生じた溶接歪（歪が不均一に分布している）が波形部のプレス操作によりり均一化される。但しプレス加工で新たに生じた残留応力が残っている。そこで、プレス加工と反対側からダイアフラムの板面に高圧空気，窒素ガスなどを加圧すると、残留応力が解放されて殆ど歪，残留応力が残らない状態になる。このことは発明者等が行った実験結果からもその評価が確認されている。しかも、この製造方法では、波形ダイアフラムを単独部品として取り扱うことなく、圧力センサのケースへのダイアフラムの溶接接合，およびダイアフラムの波形部のプレス成形を同じ工程で同時に行うことができ、かつ手間の掛かる焼鈍工程も必要ない。なお、前記のガス加圧を行う代わりに、ダイアフラムの周縁をケースに溶接接合して拘束したままの状態で波形部のプレス成形後に焼鈍を行うと、逆に歪が増大することが実験結果から明らかになっている。

【００１２】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

実施例１：図１，および図２は本発明の請求項１，２に対応する実施例を示すものでり、以下その製造方法を図１（ａ）～（ｄ）により工程順に説明する。

【００１３】まず、（ａ）図に示す肉厚な金属平板（厚さ0.3㎜程度）を母材８として、第１のエッチング工程では、母材８の片面側（上面）からハーフエッチングの溝加工を施し、（ｂ）図で表すようにダイアフラムの外形に対応したパターンのリング状周縁切込み溝９，中央部の円形平坦溝１０，および同心円状に並ぶリング状の凹溝１１を堀り込む。なお、切込み溝９の周囲数箇所には連結部９ａを切り残しておく。続く第２のエッチング工程では、（ｃ）図で表すように、母材８の裏面側（下面）からハーフエッチングし、前記凹溝１１と半ピッチずらして同心円状に並ぶリング状の凹溝１２を堀り込む。最後に前記連結部９ａを切断して（ｄ）図に示す波形ダイアフラムが完成する。なお、（ｄ）図において、１３は図５で述べた固定電極４に対向する中央平坦部、１４はダイアフラム波形部、１５は周縁接合部である。ここで、中央平坦部１３，波形部１４の肉厚は３０μｍ程度とし、接合部１５はエッチングせずに母材８の板厚（0.3㎜程度）のまま残しておく。図２は完成した波形ダイアフラムの平面図である。なお、図示例では波形部１４の波数が二つであるが、この波数は図示例の数に限定されるものではなく、ダイアフラムの肉厚との関連から所望の圧力／変位特性が得られるよう適宜に決められる。

【００１４】なお、前記のようにして製作した波形ダイアフラムは、図５で述べたように圧力センサの金属製ケースに搭載して前記の周縁接合部１５をケースに溶接接合して組み立てる。また、当該ダイアフラムは１枚の母材８から同時に多数個取りして製造することも可能である。

実施例２：図３は本発明の請求項３，４に対応する実施例を示し、（ａ）～（ｃ）はその製造工程を順に表わしている。まず、（ａ）図において、圧力センサのケースを兼ねた金属製の固定板１６（固定板１６は図５の上部ケース１に相当し、中央には導圧孔１６ａが開口している）には、あらかじめダイアフラムの周縁と溶接接合するリング状突起（プロジェクション）１６ｂ，およびダイアフラムの波形部をプレス成形する金型となるリング状の成形溝１６ｃを鍛造法などにより形成しておく。そ

して、第１の工程で固定板１６に形成した前記のリング状突起１６ａの上に、ダイアフラムとなる薄肉（肉厚３０μｍ程度）の円板状金属箔１７を載置し、ここに溶接電極１８を当がった上で溶接電源１９から電流を流して金属箔１７の周縁部とリング状突起１６ｂとの間をその全周に亙って抵抗溶接する。次に、（ｂ）図に示す第２の工程で、前記した成形溝１６ｃの形状に適合したリング状のポンチ２０で金属箔１７を上方からプレス操作し、金属箔１７の板面にダイアフラムの波形部１７ａを成形する。続いて（ｃ）図に示す第３の工程で固定板１６の上にストッパ板２１を当がい、この状態で固定板１６の導圧孔１６ａを通じて高圧の空気あるいは窒素ガスを導入し、金属箔１７を下面側（プレス加工と逆方向）からガス加圧する。これにより、前記のプレス工程で金属箔１７に生じた歪，残留応力が除去される。なお、この場合に前記ストッパ２１は、ガス加圧に伴う金属箔１７の過渡な撓みを阻止する保護部材としての役目を果たす。

【００１５】そして、上記方法で製作された固定板と波形ダイアフラムとの組立体を、図５で述べた圧力センサの下部ケース３に取付けて組み立てる。

実施例３：図４は本発明の請求項５に対応する先記実施例２の応用実施例を示すものである。この実施例においては、固定板１６は環状の枠体とし、専用のプレス金型を使って金属箔１７に波形部をプレス成形するようにしたものであり、以下その製造工程を（ａ）～（ｃ）で順に説明する。まず、（ａ）図に示す第１の工程で、実施例２と同様に固定板１６に形成したリング状突起１６ｂに薄肉な円板状の金属箔１７を載置し、この状態でリング状突起１６ｂと金属箔１７の周縁部との間を抵抗溶接する。続く第２の工程では、（ｂ）図で示すように固定板１６を波形部成形用の専用プレス金型（ダイス）２２の上にセットし、ポンチ２０を上方からプレス操作して波形部１７ａを成形する。なお、２２ａはプレス金型２２に形成した成形溝（図３の成形溝１６ｃに対応する）である。そして、波形部１７ａを成形した後に、（ｃ）図で示す第３の工程では、固定板１６の中央開口部に導圧孔１６ａを開口した蓋部材１６ｄ（鎖線で表す）を取付けた上で、反対側の端面にストッパ板２１をセットし、この状態で実施例２と同様に外部からガス加圧してプレス操作により金属箔１７に生じた歪，残留応力を除去する。

【００１６】この実施例では、ダイアフラムの波形部の成形に専用のプレス金型２２を使用するので、実施例２と比べて高い生産性が得られる。なお、実施例２，実施例３では、金属箔１７の供給，打ち抜き，固定板１６への溶接接合，プレス成形，ガス加圧の各工程を連続的に行うことが可能である。

【００１７】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の製造方法によれば次記の効果を奏する。

（１）請求項１，２のエッチング法を採用して製作した波形ダイアフラムは、プレス成形品で見られるように歪の発生が殆どなく、かつ中央平坦部の平坦度も高く、これにより圧力／変位特性のばらつきが少なく製品の歩留りが向上する。しかも当該ダイアフラムはその周縁部が厚肉であるためにハンドリング，圧力センサのケースへの組み込みが容易であるほか、ケースへの溶接接合に伴う熱歪，残留応力の影響も殆ど受けることがないなどの利点が得られる。

【００１８】（２）また、請求項３ないし５の製造方法を採用することにより、従来のように波形ダイアフラムを単独部品として取り扱うことなく、ダイアフラムのプレス成形，および圧力センサのケースへの組み込みが同じ工程で行えて高い生産性が得られるとともに、ケースへの溶接接合に伴ってダイアフラムに生じた歪，残留応力をその後に行う波形部のプレス成形，ガス加圧により除去してばらつきの少ない圧力／変位特性を確保できる。しかも、従来の製造方法のように手間の掛かる焼鈍工程も必要なく、圧力検出精度の高い波形ダイアフラムを安価に提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施例１に対応する波形ダイアフラムの製造工程図であり、（ａ）～（ｄ）はその各工程を順に表す図

【図２】図１の製造方法で製作した波形ダイアフラムの平面図

【図３】本発明の実施例２に対応する波形ダイアフラムの製造工程図であり、（ａ）～（ｃ）はその各工程を順に表す図

【図４】本発明の実施例３に対応する波形ダイアフラムの製造工程図であり、（ａ）～（ｃ）はその各工程を順に表す図

【図５】本発明の実施対象となる容量型圧力センサの従来構成図であり、（ａ）は縦断面図、（ｂ）は平面図

【符号の説明】

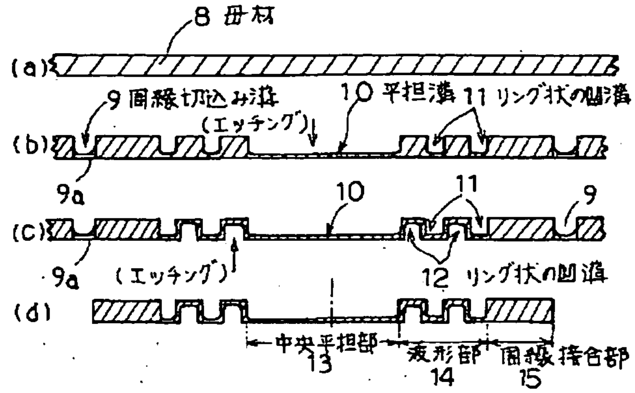
８	母材
９	周縁切込み溝
１０	中央部の平坦溝
１１	リング状の凹溝
１２	リング状の凹溝
１３	中央平坦部
１４	波形部
１５	周縁接合部
１６	固定板
１６ａ	導圧孔
１６ｂ	リング状突起
１６ｃ	成形溝
１７	金属箔
１７ａ	波形部

１８　溶接電極

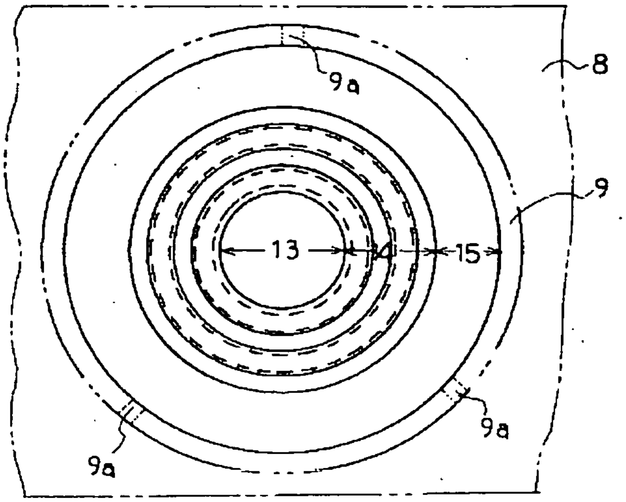
２０　ポンチ

２２　専用プレス金型

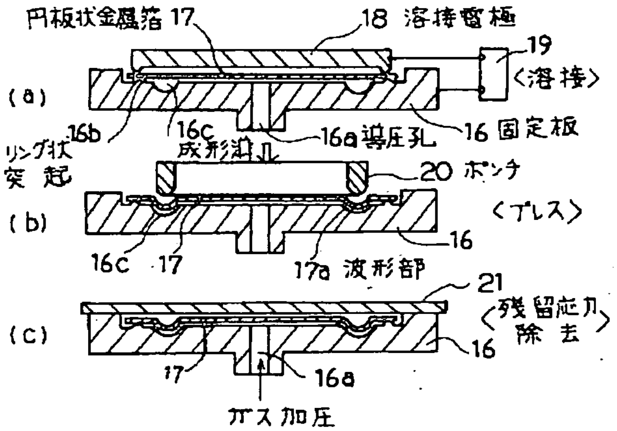
【図１】



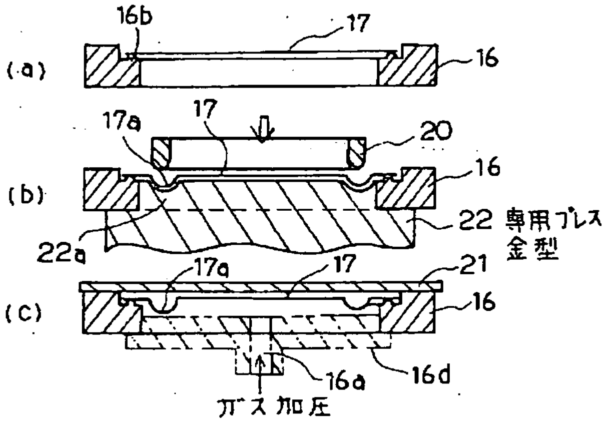
【図２】



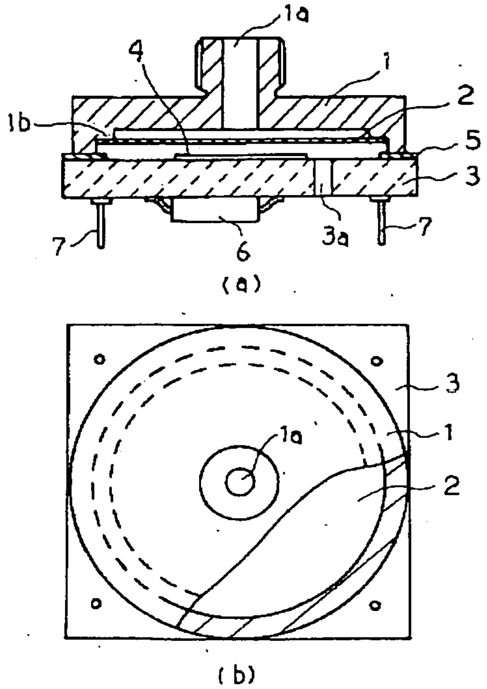
【図３】



【図４】



【図5】



(a)

(b)